

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

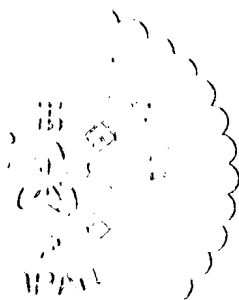
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 2 3 3 6 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 2 3 3 6 1]

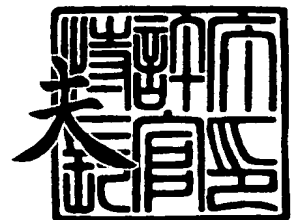
出 願 人 オムロン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 1 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康





ATTORNEY DOCKET NO. 15115.097001
PATENT APPLICATION NO. 10/697,714

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Yoshiyuki SUMIMOTO et al. Art Unit: 2859
Serial No.: 10/697,714 Examiner:
Filed : October 30, 2003
Title : TEMPERATURE DETECTING DEVICE

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

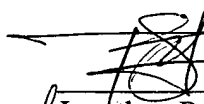
TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT(S) UNDER 35 U.S.C. 119

Applicants hereby confirm their claim of priority under 35 U.S.C. 119 from Japanese Patent Application No. 2002-323361 filed November 7, 2002. A certified copy of the application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please charge any fees due in this respect to Deposit Account No. 50-0591, referencing 15115.097001.

Respectfully submitted,

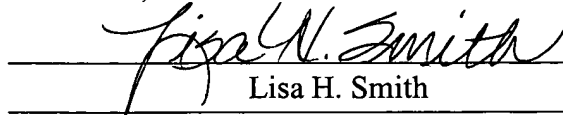
Date: 2/19/04


Jonathan P. Osha
Reg. No. 33,986

ROSENTHAL & OSHA L.L.P.
1221 McKinney, Suite 2800
Houston, TX 77010

Telephone: 713/228-8600
Facsimile: 713/228-8778

Date of Deposit: February 19, 2004
I hereby certify under 37 CFR 1.8(a) that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as **first class mail** with sufficient postage on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.


Lisa H. Smith

【書類名】 特許願

【整理番号】 J2914

【提出日】 平成14年11月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01K 7/16

B62D 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 住本 義行

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県岡崎市藤川荒古 2 - 2 - 1 2

【氏名】 田村 和久

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

【代理人】

【識別番号】 100096699

【弁理士】

【氏名又は名称】 鹿嶋 英實

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 021267

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800816

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 温度検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 任意の発熱体の傍らに配置された特性が揃った二つの熱感応抵抗素子と、

前記二つの熱感応抵抗素子をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に並列接続して抵抗分圧により該二つの熱感応抵抗素子の電圧を取り出す第一の電圧取り出しモードと前記二つの熱感応抵抗素子のいずれか一方をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に接続して抵抗分圧により該いずれか一方の熱感応抵抗素子の電圧を取り出す第二の電圧取り出しモードとを択一的に実行する取り出しモード実行手段と、

前記第一の取り出しモードによって取り出された電圧と前記第二の取り出しモードによって取り出された電圧との比率が所定の比率にマッチしているか否かを判定して前記二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を判定する判定手段と

を備えたことを特徴とする温度検出装置。

【請求項 2】 前記判定手段は、前記プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p とし、前記二つの熱感応抵抗素子の抵抗値を R_T としたときに、前記所定の比率を「 $1 / (R_p + R_T) : 1 / (2 R_p + R_T)$ 」とすることを特徴とする請求項 1 記載の温度検出装置。

【請求項 3】 任意の発熱体の傍らに配置された特性が揃った二つの熱感応抵抗素子と、

前記二つの熱感応抵抗素子をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に直列接続して抵抗分圧により該二つの熱感応抵抗素子の各々の電圧を取り出す第一の電圧取り出しモードと前記二つの熱感応抵抗素子のいずれか一方をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に接続して抵抗分圧により該いずれか一方の熱感応抵抗素子の電圧を取り出す第二の電圧取り出しモードとを択一的に実行する取り出しモード実行手段と、

前記第一の取り出しモードによって取り出された二つの電圧の比率が所定の比率にマッチしているか否かを判定して前記二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を

判定する判定手段と

を備えたことを特徴とする温度検出装置。

【請求項 4】 前記判定手段は、前記所定の比率を「1:2」とすることを特徴とする請求項 3 記載の温度検出装置。

【請求項 5】 前記電源を VCC、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p 、前記第一の取り出しモードによって取り出された二つの電圧をそれぞれ V_{o1} 、 V_{o2} としたときに、前記第二の取り出しモード実行時の熱感応抵抗素子の抵抗値を式「 $R_p \times (V_{o1} - V_{o2}) / (VCC - V_{o1})$ 」で求めることを特徴とする請求項 3 記載の温度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、温度検出装置に関する。詳しくは、熱感応抵抗素子（熱に感応して抵抗値が変化する素子；サーミスタや白金抵抗計など）を用いて、たとえば、自動車等車両に搭載された電動式補助操舵システム（いわゆる電動パワーステアリングシステム）の発熱体（パワートランジスタ等）の熱を検出する温度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、電動式補助操舵システムは、ステアリングハンドルの操舵量を電気信号に変換してそれをパワートランジスタで増幅し、そのトランジスタ出力でステアリングユニットに組み込まれた電動機を駆動して、操舵量に応じた補助操舵力を発生する。

【0003】

図 13 は、電動式補助操舵システムの要部機器構成図である。この図において、1 はステアリングハンドルの操舵量を電気信号に変換するコントロールユニット、2 はパワートユニット、3 は電動機である。多くの場合、コントロールユニット 1 とパワートユニット 2 は別々のケースに収められている。これは、パワートユニット 2 に含まれるパワートランジスタ 2a の熱の影響でコントロールユニット

1 の構成部品（マイクロコンピュータやその周辺回路など）が誤動作しないための対策である。

【0 0 0 4】

パワーユニット 2 に含まれるパワートランジスタ 2 a の熱量は、電動機 3 の駆動電流に応じて増大変化すると共に、さらに、日中炎天下等の使用環境温度によっても増大変化する。したがって、とりわけ車両搭載用途におけるパワートランジスタ 2 a の熱劣化防止策は不可欠であり、従来からパワートランジスタ 2 a の傍らにサーミスタ等の熱感応抵抗素子 2 b、2 c（2 個の素子を設ける理由は後述する。）を配置し、その温度検知信号をコントロールユニット 1 に取り込んで、高温時には電動機 3 の駆動電流を低減するといった温度補償が行われていた。

【0 0 0 5】

ところで、サーミスタ等の「熱感応抵抗素子」は、まれではあるが“断線”や“短絡”といった故障が発生することがある。このうちの断線故障については、素子出力が一挙に失われるために故障の察知が容易であり、たとえば、運転者に警報を発するなどの対応をとりやすいが、短絡故障の場合は、部分的短絡から全体的短絡へと症状が徐々に進行するために素子出力が少しずつしか変化せず、したがって、短絡故障の察知は困難である。それゆえ、たとえば、実際の温度よりも低い温度を誤検知している場合は、過剰な駆動電流でパワートランジスタ 2 a をドライブすることとなり、パワートランジスタ 2 a の劣化を早めてしまうという不都合があった。

【0 0 0 6】

そこで、複数（一般に 2 個）の熱感応抵抗素子 2 b、2 c を設けて、それらの検知信号を比較検討することにより、熱感応抵抗素子 2 b、2 c のいずれか一方に故障（断線又は短絡）が発生していることを察知するようにした技術が知られている。たとえば、特許文献 1 では、同一の特性（例：温度が高くなるほど抵抗値が低くなる負特性）を有する 2 個のサーミスタを備え、それらのサーミスタの両端電圧 V_a 、 V_b を検知温度 T_a 、 T_b に変換して取り出すと共に、そのうちの低い方の検知温度を正しい検知信号として採用するようにしている。

【0 0 0 7】

ここで、“低い方の検知温度を正しい検知信号として採用”する理由は、同文献の〔0 0 6 1〕欄に記載されているように、「2 個のサーミスタのどちらかに短絡故障が生じている場合、それらのサーミスタの両端電圧 V_a 、 V_b から得られた検知温度 T_a 、 T_b に誤差が生じる。そして、負特性のサーミスタであるから、検知温度 T_a 、 T_b の誤差の方向は高温側になる。したがって、“低い方”の検知温度を採用することにより、短絡故障が生じているサーミスタを無視することができ、結局、誤差のない温度検出を行うことができる。」というものである。

【0 0 0 8】

【特許文献 1】

特開平 7 - 1 9 0 5 7 6 号公報（第 2 - 7 頁、第 8 図）

【0 0 0 9】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の温度検出装置にあっては、単にパワートランジスタ等の発熱体の傍らに 2 個の熱感応抵抗素子を配置し、それらの検知信号をコントロールユニットに取り込んで比較検討するものに過ぎず、次の問題点があった。

【0 0 1 0】

図 1 4 は、コントロールユニット 1 とパワーユニット 2 の要部結線図である。パワーユニット 2 は発熱体であるパワートランジスタ 2 a と、そのパワートランジスタ 2 a の傍らに配置された 2 個の熱感応抵抗素子 2 b、2 c（以下「第一の熱感応抵抗素子 2 b、第二の熱感応抵抗素子 2 c」という。）を備える。コントロールユニット 1 は 2 個のプルアップ抵抗 1 a、1 b（以下「第一のプルアップ抵抗 1 a、第二のプルアップ抵抗 1 b」という。）を備えると共に、2 個の A/D 変換器 1 c、1 d（以下「第一の A/D 変換器 1 c、第二の A/D 変換器 1 d」という。）を内蔵（外付けでも構わない）したマイクロコンピュータ 1 e を備える。なお、“A/D 変換器”とは、アナログ-デジタル変換器の略である。

【0 0 1 1】

コントロールユニット 1 とパワーユニット 2 の間には 4 本の配線 3 a ~ 3 d が付設されている。第一の熱感応抵抗素子 2 b の一端は、配線 3 a を介して第一の

A/D変換器 1 c の入力端子に接続されていると共に、第一のプルアップ抵抗 1 a を介して電源 VCC に接続されており、同第一の熱感応抵抗素子 2 b の他端は、配線 3 b を介してコントロールユニット 1 のグランド 1 f に接続されている。また、第二の熱感応抵抗素子 2 c の一端は、配線 3 c を介して二の A/D 変換器 1 d の入力端子に接続されていると共に、第二のプルアップ抵抗 1 b を介して電源 VCC に接続されており、同第二の熱感応抵抗素子 2 c の他端は、配線 3 d を介してコントロールユニット 1 のグランド 1 f に接続されている。

【0012】

このような構成における不都合な点は、コントロールユニット 1 とパワーユニット 2 の間に 4 本の配線 3 a ~ 3 d が必要になること、コントロールユニット 1 に 2 個のプルアップ抵抗 1 a、1 b が必要になること、及び、コントロールユニット 1 に 2 個の A/D 変換器 1 c、1 d が必要になることであり、結局、これらの不都合によって、部品点数が増加し、製造コストがアップするという問題点がある。

【0013】

そこで本発明は、コントロールユニットとパワーユニットの間の配線数を削減し、また、コントロールユニット内のプルアップ抵抗の数を削減し、あるいは、コントロールユニット内の A/D 変換器の数を削減して、製造コストを低減できる温度検出装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】

この発明による温度検出装置は、任意の発熱体の傍らに配置された特性が揃った二つの熱感応抵抗素子と、前記二つの熱感応抵抗素子をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に並列接続して抵抗分圧により該二つの熱感応抵抗素子の電圧を取り出す第一の電圧取り出しモードと前記二つの熱感応抵抗素子のいずれか一方をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に接続して抵抗分圧により該いずれか一方の熱感応抵抗素子の電圧を取り出す第二の電圧取り出しモードとを択一的に実行する取り出しモード実行手段と、前記第一の取り出しモードによって取り出された電圧と前記第二の取り出し

モードによって取り出された電圧との比率が所定の比率にマッチしているか否かを判定して前記二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とするものである。

ここで、「熱感応抵抗素子」としては、サーミスタなどの非線形出力素子又は白金抵抗計などの線形出力素子があり得る。又、それらの素子の温度特性は、温度が高くなるほど抵抗値が低くなるタイプ（負特性）や、その逆のタイプ（正特性）の二種類あるが、どちらを使用しても構わない。

この発明によれば、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p 、熱感応抵抗素子の抵抗値を R_T とすると、第一の電圧取り出しモードの場合、熱感応抵抗素子の電圧 (V_1) は「 $V_{CC} \times R_T / (R_p + R_T)$ 」で与えられ、第二の電圧取り出しモードの場合、熱感応抵抗素子の電圧 (V_2) は「 $V_{CC} \times R_T / (2 R_p + R_T)$ 」で与えられる。

したがって、二つの熱感応抵抗素子が正常に動作している（断線や短絡故障が生じていない）とき、第一及び第二の取り出しモードにおいて各々取り出された電圧の比率は、前記の二つの式の比率 ($V_1 : V_2$)、つまり、「 $1 / (R_p + R_T) : 1 / (2 R_p + R_T)$ 」にマッチするから、二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を確実に判断することができる。

また、発熱体と二つの熱感応抵抗素子を納めたユニットと、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗、取り出しモード実行手段及び判定手段を納めたユニットとを別々にして、それらの間を配線で接続する場合、少なくとも、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗と二つの熱感応抵抗素子との間を接続する第一の配線と、一方の熱感応抵抗素子と取り出しモード実行手段との間を接続する第二の配線と、他方の熱感応抵抗素子とグランド又は電源との間を接続する第三の配線とを付設するだけでよく、従来例（図 1 4 参照）と比べて配線数を削減できる。また、第一及び第二の取り出しモードを選択的に実行するため、1 個の A/D 変換器を各モードで共有でき、A/D 変換器の数も削減できるし、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の数も削減できる。

【 0 0 1 5 】

この発明による温度検出装置は、任意の発熱体の傍らに配置された特性が揃っ

た二つの熱感応抵抗素子と、前記二つの熱感応抵抗素子をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に直列接続して抵抗分圧により該二つの熱感応抵抗素子の各々の電圧を取り出す第一の電圧取り出しモードと前記二つの熱感応抵抗素子のいずれか一方をプルアップ抵抗又はプルダウン抵抗を介して電源とグランド間に接続して抵抗分圧により該いずれか一方の熱感応抵抗素子の電圧を取り出す第二の電圧取り出しモードとを択一的に実行する取り出しモード実行手段と、前記第一の取り出しモードによって取り出された二つの電圧の比率が所定の比率にマッチしているか否かを判定して前記二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とするものである。

この発明によれば、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p 、熱感応抵抗素子の抵抗値を R_T とすると、第一の電圧取り出しモードの場合、一方の熱感応抵抗素子の電圧 (V_{o1}) は「 $VCC \times 2 R_T / (R_p + 2 R_T)$ 」で与えられ、他方の熱感応抵抗素子の電圧 (V_{o2}) は「 $VCC \times R_T / (R_p + 2 R_T)$ 」で与えられる。

したがって、二つの熱感応抵抗素子が正常に動作している（断線や短絡故障が生じていない）とき、第一の取り出しモードにおいて取り出された電圧の比率は、前記の二つの式の比率 ($V_{o1} : V_{o2}$)、つまり、「1 : 2」にマッチするから、二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を確実に判断することができる。

また、発熱体と二つの熱感応抵抗素子を納めたユニットと、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗、取り出しモード実行手段及び判定手段を納めたユニットとを別々にして、それらの間を配線で接続する場合、少なくとも、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗と一方の熱感応抵抗素子との間を接続する第一の配線、一方の熱感応抵抗素子の他端と取り出しモード実行手段との間を接続する第二の配線とを付設するだけでよく、従来例（図 1 4 参照）と比べて配線数を削減できる。また、第一及び第二の取り出しモードを選択的に実行するため、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の数も削減できる。

また、この発明の好ましい態様は、前記電源を VCC 、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p 、前記第一の取り出しモードによって取り出された二つの電圧をそれぞれ V_{o1} 、 V_{o2} としたときに、前記第二の取り出しモード

実行時の熱感応抵抗素子の抵抗値を式「 $R_p \times (V_{o1} - V_{o2}) / (V_{CC} - V_{o1})$ 」で求めることを特徴とするものである。

この態様によれば、式「 $R_p \times (V_{o1} - V_{o2}) / (V_{CC} - V_{o1})$ 」により、グラウンドの電位差を考慮した正しい熱感応抵抗素子の抵抗値を求めることができ、二つのユニット間にグラウンド用の配線を付設する必要がなく、したがって、配線数をさらに削減できる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の説明における様々な細部の特定ないし実例および数値や文字列その他の記号の例示は、本発明の思想を明瞭にするための、あくまでも参考であって、それらのすべてまたは一部によって本発明の思想が限定されないことは明らかである。また、周知の手法、周知の手順、周知のアーキテクチャおよび周知の回路構成等（以下「周知事項」）についてはその細部にわたる説明を避けるが、これも説明を簡潔にするためであって、これら周知事項のすべてまたは一部を意図的に排除するものではない。かかる周知事項は本発明の出願時点で当業者の知り得るところであるので、以下の説明に当然含まれている。

【0017】

<第一の実施の形態>

図1は、本実施の形態における構成図であり、10はパワーユニット、20はコントロールユニットである。パワーユニット10はパワートランジスタ等の発熱体11と、その傍らに配置された2個の熱感応抵抗素子12、13とを含み、コントロールユニット20は各々1個ずつのプルアップ抵抗21、AD変換器22、スイッチ要素23及びマイクロコンピュータ24を含む。

【0018】

2個の熱感応抵抗素子12、13は、熱に感応して抵抗値が変化することができるだけ特性が揃った素子であり、原理的には線形出力素子（例：白金抵抗計）や非線形出力素子（例：サーミスタ）のいずれを用いても構わないが、コストの点でサーミスタなどの非線形出力素子の使用が好ましい。また、それらの素子の温度特

性は温度が高くなるほど抵抗値が低くなるタイプ（負特性）と、その逆のタイプ（正特性）の二種類あるが、どちらを使用しても構わない。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、非線形出力素子の温度特性図であり、（a）は正特性タイプのもの、（b）は負特性タイプのものである。以下では、説明の便宜上、負特性タイプで非線形出力のものを使用することとする。すなわち、2 個の熱感応抵抗素子 1 2、1 3 は、発熱体 1 1 の熱 1 1 a に感応して抵抗値が負特性で変化する素子であり、且つ、それらの素子に断線や短絡といった故障がない限り、同一の特性で抵抗値が変化する素子である。以下、2 個の熱感応抵抗素子 1 2、1 3 のそれぞれを第一の熱感応抵抗素子 1 2、第二の熱感応抵抗素子 1 3 ということにする。

【 0 0 2 0 】

パワーユニット 1 0 とコントロールユニット 2 0 の間には 3 本の配線 3 1 ~ 3 3 が付設されている。第一及び第二の熱感応抵抗素子 1 2、1 3 の一端（図面に向かって上端）同士はパワーユニット 1 0 の内部で接続されており、その接続点は、配線 3 1 を介してコントロールユニット 2 0 に引き込まれ、A D 変換器 2 2 の入力端子に接続されていると共に、プルアップ抵抗 2 1 を介して電源 V C C に接続されている。また、第一の熱感応抵抗素子 1 2 の他端（図面に向かって下端）は、配線 3 2 を介してコントロールユニット 2 0 のスイッチ要素 2 3 の上側端子 2 3 a に接続され、第二の熱感応抵抗素子 1 3 の他端（図面に向かって下端）は、配線 3 3 を介してコントロールユニット 2 0 のグラウンド 2 5 に接続されている。

【 0 0 2 1 】

A D 変換器 2 2 の出力端子はマイクロコンピュータ 2 4 の入力ポートに接続され、スイッチ要素 2 3 の下側端子 2 3 b はグラウンド 2 5 に接続されている。A D 変換器 2 2 はマイクロコンピュータ 2 4 から出力される制御信号 C 1 1 がアクティブの期間、入力電圧 V i をデジタル信号 V o に変換して出力し、スイッチ要素 2 3 はマイクロコンピュータ 2 4 から出力される制御信号 C 1 2 がアクティブの期間、その接点 2 3 c を閉じて上側端子 2 3 a と下側端子 2 3 b とを接続する。

【 0 0 2 2 】

次に、作用を説明する。

今、制御信号 C 1 2 がインアクティブになっているものとする、スイッチ要素 2 3 の接点 2 3 c は開いており、上側端子 2 3 a と下側端子 2 3 b との間、つまり、第二の熱感応抵抗素子 1 3 の他端とグランド 2 5 の間は接続されていない。したがって、この場合、第二の熱感応抵抗素子 1 3 の存在を無視することができる。

【 0 0 2 3 】

図 3 (a) は、このとき (制御信号 C 1 2 がインアクティブになっているとき) の模式図である。第一の熱感応抵抗素子 1 2 の一端側はプルアップ抵抗 2 1 を介して電源 V C C に接続され、他端側はグランド 2 5 に接続されている。ここで、プルアップ抵抗 2 1 の抵抗値を R_p 、第一の熱感応抵抗素子 1 2 の抵抗値を R_T とすると、第一の熱感応抵抗素子 1 2 の両端電圧 (V_i) は、

$$V_i = V_{CC} \times R_T / (R_p + R_T) \quad \cdots (1)$$

で与えられる。

【 0 0 2 4 】

一方、制御信号 C 1 2 がアクティブになっている期間では、スイッチ要素 2 3 の接点 2 3 c は閉じており、上側端子 2 3 a と下側端子 2 3 b との間、つまり、第二の熱感応抵抗素子 1 3 の他端とグランド 2 5 の間が接続されているため、この場合、第一の熱感応抵抗素子 1 2 と第二の熱感応抵抗素子 1 3 は並列接続の状態にある。

【 0 0 2 5 】

図 3 (b) は、このとき (制御信号 C 1 2 がアクティブになっているとき) の模式図である。第一の熱感応抵抗素子 1 2 と第二の熱感応抵抗素子 1 3 は並列接続されており、それらの一端側はプルアップ抵抗 2 1 を介して電源 V C C に接続され、他端側はグランド 2 5 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

第一の熱感応抵抗素子 1 2 と第二の熱感応抵抗素子 1 3 の双方が正常に動作している場合 (断線や短絡故障がない場合) 、これら二つの素子の特性が揃っているため、第一の熱感応抵抗素子 1 2 の抵抗値 (便宜的に R_{T1}) と第二の熱感応抵

抗素子 1 3 の抵抗値（便宜的に R_{T2} ）は共に等しく、「 $R_{T1} = R_{T2} = R_p$ 」とすると、第一の熱感応抵抗素子 1 2 と第二の熱感応抵抗素子 1 3 の両端電圧（ V_i ）は、

$$V_i = V_{CC} \times R_T / (2 R_p + R_T) \quad \cdots (2)$$

で与えられる。

【0 0 2 7】

ここで、図 3（a）のときの V_i を「 V_1 」とし、図 3（b）のときの V_i を「 V_2 」とすると、これら V_1 と V_2 の比（ $V_1 : V_2$ ）は、上式（1）と（2）の比となり、

$$\begin{aligned} V_1 : V_2 &= V_{CC} \times R_T / (R_p + R_T) : V_{CC} \times R_T / (2 R_p + R_T) \\ &= 1 / (R_p + R_T) : 1 / (2 R_p + R_T) \quad \cdots (3) \end{aligned}$$

で与えられる。以下、説明を簡単化するために、「 $1 / (R_p + R_T)$ 」を「 α 」、「 $1 / (2 R_p + R_T)$ 」を「 β 」で表すことにする。

【0 0 2 8】

以上のとおりであるから、実際に温度を検知しているときに、定期的もしくは不定期に、制御信号 C_{12} のインアクティブ（図 3（a）の動作）とアクティブ（図 3（b）の動作）を繰り返して、各々のときの V_i （ V_1 と V_2 ）を測定し、 V_1 と V_2 の比が上式（3）の比率（ $\alpha : \beta$ ）にマッチしていれば、第一の熱感応抵抗素子 1 2 と第二の熱感応抵抗素子 1 3 の正常動作を、また、マッチしていなければ異常動作（断線や短絡故障による動作）を判定することができる。なお、“マッチ”とは厳密な一致を意味しない。素子のバラツキや測定誤差などを考慮した適当なマージン範囲で一致していればよいことを意味する。

【0 0 2 9】

図 4 は、マイクロコンピュータ 2 4 の内部において所定の周期で繰り返し実行されるプログラムの要部フローチャートである。このプログラムでは、まず、所定の時間、制御信号 C_{12} をインアクティブにして、前記の図 3（a）の回路構成を取り（ステップ S_{11} ）、その間、制御信号 C_{11} をアクティブにして AD 変換器 2 2 を動作させ、 V_i をデジタル信号 V_o に変換してその V_o を「 V_1 」として取り込む（ステップ S_{12} ）。

【0030】

次いで、所定の時間、制御信号C12をアクティブにして、前記の図3（b）の回路構成をとり（ステップS13）、その間、制御信号C11を再びアクティブにしてAD変換器22を動作させ、Viをデジタル信号Voに変換して、そのVoを「V2」として取り込む（ステップS14）。

【0031】

図5は、制御信号C12のインアクティブ／アクティブのタイミングとViの取り込みタイミングの対応図である。制御信号C12をインアクティブにしたときのViを「V1」として取り込み、制御信号C12をアクティブにしたときのViを「V2」として取り込む。

【0032】

次いで、V1とV2の比が「 $\alpha : \beta$ 」にマッチするか否かを判定する（ステップS15）。なお、先にも触れたが、“マッチ”とは厳密な一致を意味しない。素子のバラツキや測定誤差などを考慮した適当なマージン範囲で一致していればよいことを意味する。

【0033】

そして、V1とV2の比が「 $\alpha : \beta$ 」にマッチしている場合は、第一の熱感応抵抗素子12と第二の熱感応抵抗素子13が共に正常に動作しているものと判断し、前記の図3（a）の回路構成のときに取り込んでおいたVi（すなわち「V1」）を用いて発熱体11の温度を測定する（ステップS16）。

【0034】

一方、V1とV2の比が「 $\alpha : \beta$ 」にマッチしていない場合は、第一の熱感応抵抗素子12と第二の熱感応抵抗素子13のどちらか一方又は双方に断線や短絡等の故障が発生しているものと判断し、この場合は、前記の図3（a）の回路構成のときに取り込んでおいたVi（すなわち「V1」）を信頼できないので、たとえば、使用環境の最大温度を発熱体11の熱と“みなし”て採用（ステップS17）すると共に、サーミスタ（第一の熱感応抵抗素子12や第二の熱感応抵抗素子13）の故障を示すフラグを立てるなどの所要のフェール処理を実行する（ステップS18）。

【0035】

このように、本実施の形態においては、制御信号C12をインアクティブにしてそのときのViを「V1」として取り込むと共に、制御信号C12をアクティブにしてそのときのViを「V2」として取り込み、それらのV1とV2の比が所定の比率($\alpha : \beta$)にマッチするか否かを判定することにより、第一の熱感応抵抗素子12と第二の熱感応抵抗素子13の動作良否を正確に判断することができる。したがって、第一の熱感応抵抗素子12と第二の熱感応抵抗素子13の断線故障はもちろんのこと、徐々にその症状が進行する短絡故障も速やかに察知して、所要のフェール対策を講じることができ、たとえば、車両の電動パワーステアリングシステムに適用した場合に、当該システムの信頼性向上に寄与することができる。

【0036】

さて、本発明の課題は、「コントロールユニットとパワーユニットの間の配線数を削減し、また、コントロールユニット内のプルアップ抵抗の数を削減し、あるいは、コントロールユニット内のAD変換器の数を削減して、製造コストを低減できる温度検出装置を提供すること」にある。

【0037】

従来技術(図14参照)のものと本実施の形態(図1参照)のものを比較すると、本実施の形態の配線31~33は3本(従来技術のものは4本)であるから、1本の削減効果が得られる。また、本実施の形態のプルアップ抵抗21は1個(従来技術のものは2個)であるから、ここでも1個の削減効果が得られる。さらに、本実施の形態のAD変換器22は1個(従来技術のものは2個)であるから、ここでも1個の削減効果が得られる。したがって、本実施の形態のものは、配線、プルアップ抵抗及びAD変換器のいずれも削減できるので、製造コストを低減して本発明の課題を達成することができる。

【0038】

<第一の実施の形態の変形例>

第一の実施の形態では、プルアップ方式、つまり、パワーユニット10とコントロールユニット20との間に3本の配線31~33を付設し、第一及び第二の

熱感応抵抗素子 1 2、1 3 の一端（図面に向かって上端）同士をパワーユニット 1 0 の内部で接続して、その接続点を、配線 3 1 を介してコントロールユニット 2 0 に引き込み、A D 変換器 2 2 の入力端子に接続すると共に、プルアップ抵抗 2 1 を介して電源 V C C に接続し、また、第一の熱感応抵抗素子 1 2 の他端（図面に向かって下端）を、配線 3 2 を介してコントロールユニット 2 0 のスイッチ要素 2 3 の上側端子 2 3 a に接続し、第二の熱感応抵抗素子 1 3 の他端（図面に向かって下端）を、配線 3 3 を介してコントロールユニット 2 0 のグラウンド 2 5 に接続しているが、これに限らず、プルダウン方式を採用してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、第一の実施の形態の変形例を示す図であり、プルダウン方式を採用した例である。この図において、パワーユニット 1 0 とコントロールユニット 2 0 の間には 3 本の配線 3 1 ～ 3 3 が付設されている。第一及び第二の熱感応抵抗素子 1 2、1 3 の他端（図面に向かって下端）同士はパワーユニット 1 0 の内部で接続されており、その接続点は、配線 3 3 を介してコントロールユニット 2 0 に引き込まれ、A D 変換器 2 2 の入力端子に接続されていると共に、プルダウン抵抗 2 6 を介してグラウンド 2 5 に接続されている。また、第一の熱感応抵抗素子 1 2 の一端（図面に向かって上端）は、配線 3 1 を介してコントロールユニット 2 0 の電源 V C C に接続され、第二の熱感応抵抗素子 1 3 の一端（図面に向かって上端）は、配線 3 2 を介してスイッチ要素 2 3 の上側端子 2 3 a に接続されている。

【 0 0 4 0 】

A D 変換器 2 2 の出力端子はマイクロコンピュータ 2 4 の入力ポートに接続され、スイッチ要素 2 3 の下側端子 2 3 b はグラウンド 2 5 に接続されている。A D 変換器 2 2 はマイクロコンピュータ 2 4 から出力される制御信号 C 1 1 がアクティブの期間、入力電圧 V i をデジタル信号 V o に変換して出力し、スイッチ要素 2 3 はマイクロコンピュータ 2 4 から出力される制御信号 C 1 2 がアクティブの期間、その接点 2 3 c を閉じて上側端子 2 3 a と下側端子 2 3 b とを接続する。

【 0 0 4 1 】

このような構成においても、制御信号 C 1 2 をインアクティブにしてそのとき

の V_i を「 V_1 」として取り込むと共に、制御信号 C_{12} をアクティブにしてそのときの V_i を「 V_2 」として取り込み、それらの V_1 と V_2 の比が所定の比率 ($\alpha : \beta$) にマッチするか否かを判定することにより、第一の熱感応抵抗素子 12 と第二の熱感応抵抗素子 13 の動作良否を正確に判断することができる。したがって、第一の熱感応抵抗素子 12 と第二の熱感応抵抗素子 13 の断線故障はもちろんのこと、徐々にその症状が進行する短絡故障も速やかに察知して、所要のフェール対策を講じることができ、たとえば、車両の電動パワーステアリングシステムに適用した場合に、当該システムの信頼性向上に寄与することができる。

【0042】

また、従来技術（図 14 参照）のものと本変形例（図 6 参照）のものを比較すると、本変形例の配線 31 ～ 33 は 3 本（従来技術のものは 4 本）であるから、1 本の削減効果が得られる。また、本変形例のプルダウン抵抗 26 は 1 個（従来技術のものは 2 個；ただし、プルアップ抵抗）であるから、ここでも 1 個の削減効果が得られる。さらに、本変形例の AD 変換器 22 は 1 個（従来技術のものは 2 個）であるから、ここでも 1 個の削減効果が得られる。したがって、本変形例のものも上記の第一の実施の形態と同様に、配線、プルダウン抵抗及び AD 変換器のいずれも削減できるので、製造コストを低減して本発明の課題を達成することができる。

【0043】

<第二の実施の形態>

図 7 は、本実施の形態における構成図であり、40 はパワーユニット、50 はコントロールユニットである。パワーユニット 40 はパワートランジスタ等の発熱体 41 と、その傍らに配置された 2 個の熱感応抵抗素子 42、43 とを含み、コントロールユニット 50 は 1 個のプルアップ抵抗 51、2 個の AD 変換器 52、53、1 個のスイッチ要素 54 及びマイクロコンピュータ 55 を含む。

【0044】

2 個の熱感応抵抗素子 42、43 は、熱に感応して抵抗値が変化することができるだけ特性が揃った素子であり、原理的には線形出力素子（例：白金抵抗計）や非線形出力素子（例：サーミスタ）のいずれを用いても構わないが、コストの点でサ

ーミスタなどの非線形出力素子の使用が好ましい。また、それらの素子の温度特性は温度が高くなるほど抵抗値が低くなるタイプ（負特性）と、その逆のタイプ（正特性）の二種類あるが、どちらを使用しても構わない。以下、2 個の熱感応抵抗素子 4 2、4 3 のそれぞれを第一の熱感応抵抗素子 4 2、第二の熱感応抵抗素子 4 3 ということにする。

【0 0 4 5】

パワーユニット 4 0 とコントロールユニット 5 0 の間には 2 本の配線 6 1、6 2 が付設されている。第一の熱感応抵抗素子 4 2 と第二の熱感応抵抗素子 4 3 は直列に接続されており、その直列回路の一端（図面に向かって上端）は、配線 6 1 を介してコントロールユニット 5 0 に引き込まれ、一方の A D 変換器 5 2 の入力端子に接続されていると共に、プルアップ抵抗 5 1 を介して電源 V C C に接続されている。また、その直列回路の他端（図面に向かって下端）は、パワーユニット 4 0 のグラウンド 4 4 に接続され、さらに、その直列接続点は、配線 6 2 を介してコントロールユニット 5 0 に引き込まれ、他方の A D 変換器 5 3 の入力端子に接続されていると共に、スイッチ要素 5 4 の上側端子 5 4 a に接続されている。

【0 0 4 6】

2 個の A D 変換器 5 2、5 3 のそれぞれの出力端子はマイクロコンピュータ 5 5 の二つの入力ポートに接続され、スイッチ要素 5 4 の下側端子 5 4 b はコントロールユニット 5 0 のグラウンド 5 6 に接続されている。一方の A D 変換器 5 2 はマイクロコンピュータ 5 5 から出力される制御信号 C 3 1 がアクティブの期間、入力電圧 V_{i1} をデジタル信号 V_{o1} に変換して出力し、同様に、他方の A D 変換器 5 3 はマイクロコンピュータ 5 5 から出力される制御信号 C 3 2 がアクティブの期間、入力電圧 V_{i2} をデジタル信号 V_{o2} に変換して出力し、スイッチ要素 5 4 は、図 9 に示すように、マイクロコンピュータ 5 5 から出力される制御信号 C 3 3 がアクティブの期間、その接点 5 4 c を閉じて上側端子 5 4 a と下側端子 5 4 b とを接続する。

【0 0 4 7】

次に、作用を説明する。

今、制御信号 C 3 3 がインアクティブになっているものとする、スイッチ要素 5 4 の接点 5 4 c は開いており、上側端子 5 4 a と下側端子 5 4 b との間、つまり、第一の熱感応抵抗素子 4 2 の他端と、コントロールユニット 5 0 のグランド 5 6 の間は接続されていない。

【 0 0 4 8 】

図 8 (a) は、制御信号 C 3 3 がインアクティブになっているときの模式図であり、図 8 (b) は、制御信号 C 3 3 がアクティブになっているときの模式図である。ここで、プルアップ抵抗 5 1 の抵抗値を R_p 、第一及び第二の熱感応抵抗素子 4 2、4 3 の抵抗値を R_T とすると、制御信号 C 3 3 がインアクティブになっているとき (図 8 (a) のとき) の一方の A/D 変換器 5 2 の入力電圧 (V_{i1}) と、他方の A/D 変換器 5 3 の入力電圧 (V_{i2}) はそれぞれ次式で与えられる。

【 0 0 4 9 】

$$V_{i1} = V_{CC} \times 2 R_T / (R_p + 2 R_T) \quad \cdots (4)$$

$$V_{i2} = V_{CC} \times R_T / (R_p + 2 R_T) \quad \cdots (5)$$

ここで、 V_{i1} と V_{i2} の比 ($V_{i1} : V_{i2}$) は、上式 (4) と (5) の比、すなわち、

$$\begin{aligned} V_{i1} : V_{i2} &= V_{CC} \times 2 R_T / (R_p + 2 R_T) : V_{CC} \times R_T / (R_p + 2 R_T) \\ &= 1 : 2 \quad \cdots (6) \end{aligned}$$

となるから、実際に温度を検知しているときに、定期的もしくは不定期に、制御信号 C 3 3 のインアクティブとアクティブを繰り返して、 V_{i1} と V_{i2} を測定し、 V_{i1} と V_{i2} の比が上式 (6) の比率 (1 : 2) にマッチしていれば、第一の熱感応抵抗素子 4 2 と第二の熱感応抵抗素子 4 3 の正常動作を判定でき、また、マッチしていなければ異常動作 (断線や短絡故障による動作) を判定することができる。なお、“マッチ”とは厳密な一致を意味しない。素子のバラツキや測定誤差などを考慮した適当なマージン範囲で一致していればよいことを意味する。

【 0 0 5 0 】

従来技術（図 14 参照）のものと本実施の形態（図 7 参照）のものを比較すると、本実施の形態の配線 61、62 は 2 本（従来技術のものは 4 本）であるから、2 本の削減効果が得られる。また、本実施の形態のプルアップ抵抗 51 は 1 個（従来技術のものは 2 個）であるから、ここでも 1 個の削減効果が得られる。したがって、本実施の形態のものは、配線とプルアップ抵抗の数を削減できるので、製造コストを低減して本発明の課題を達成することができる。

【0051】

ここで、本実施の形態における配線の削減効果は、第二の熱感応抵抗素子 43 の他端をパワーユニット 40 のグランド 44 に接続したことによって得られたものである。すなわち、図 7 において、本来であれば、パワーユニット 40 に設けられた第二の熱感応抵抗素子 43 の他端と、コントロールユニット 50 のグランド 56 との間を配線 63 で接続すべきところ、「パワーユニット 40 のグランド 44 とコントロールユニット 50 のグランド 56 は同電位レベルである」という前提の元に、「第二の熱感応抵抗素子 43 の他端をパワーユニット 40 のグランド 44 に接続」して、配線 63 を削減したものである。

【0052】

上記の前提、すなわち、「パワーユニット 40 のグランド 44 とコントロールユニット 50 のグランド 56 は同電位レベルである」は一応正しい。しかし、常に正しいとは限らない。パワーユニット 40 のグランド 44 とコントロールユニット 50 のグランド 56 は、不図示のアース体（ボディなど）に接続されているが、アース体はわずかではあるが抵抗を持つため、アース体に流れ込む電流が大きい場合に、そのアース体の各接続点ごとの電位に不均衡が生じることがあるからである。たとえば、コントロールユニット 50 のグランド 56 の電位が 0 V であったとしても、他のグランド点、とりわけパワーユニット 40 のグランド 56 の電位が 0 V を超えたり又は 0 V を下回ったりすることがあるからである。このようなグランド電位の不揃いは、たとえそれが微小なものであったとしても、本実施の形態における温度計測値の信頼性を失わせる原因となるから、排除しなければならない。

【0053】

そこで、本実施の形態では、かかる不具合を解消するために、マイクロコンピュータ 5 5 の内部で次式 (7) を実行して、グラウンドの電位差を考慮した正しい第一の熱感応抵抗素子 4 2 の抵抗値 R_{T1} を求めるようにしている。

【0 0 5 4】

$$R_{T1} = R_p \times (V_{o1} - V_{o2}) / (V_{CC} - V_{o1}) \quad \cdots (7)$$

ただし、 R_p はプルアップ抵抗 5 1 の抵抗値。

【0 0 5 5】

V_{o1} と V_{o2} は、スイッチ要素 5 4 の接点 5 4 c を開いているときの 2 個の A/D 変換器 5 2、5 3 の各出力電圧である。このとき (スイッチ要素 5 4 の接点 5 4 c を開いているとき) に、第一の熱感応抵抗素子 4 2 を流れる電流値を I_{T1} とすると、 V_{o1} は、

$$V_{o1} = (I_{T1} \times R_{T1}) + V_{o2} \quad \cdots (8)$$

で与えられる。そして、

$$V_{CC} = (I_{T1} \times R_p) + V_{o1} \quad \cdots (9)$$

より、

$$I_{T1} = (V_{CC} - V_{o1}) / R_p \quad \cdots (10)$$

であるから、

$$V_{o1} = R_{T1} \times (V_{CC} - V_{o1}) / R_p + V_{o2} \quad \cdots (11)$$

となり、上式 (7) が導き出される。

【0 0 5 6】

このように、式 (7) を用いることにより、グラウンドの電位差を考慮した正しい抵抗値 R_{T1} (第一の熱感応抵抗素子 4 2 の抵抗値) を求めることができる。したがって、この抵抗値 R_{T1} を用いて温度換算を行うことにより、パワーユニット 4 0 のグラウンド 4 4 とコントロールユニット 5 0 のグラウンド 5 6 の電位不均衡の問題を解消して、正しい温度計測を行うことができる。

【0 0 5 7】

図 1 0 は、マイクロコンピュータ 5 5 の内部において所定の周期で繰り返し実行されるプログラムの要部フローチャートである。このプログラムでは、まず、所定の時間、制御信号 C 3 3 をインアクティブにして、前記の図 8 (a) の回路

構成をとり（ステップS21）、その間、制御信号C31とC32をアクティブにしてAD変換器52、53を動作させ、Vi1とVi2をデジタル信号Vo1、Vo2に変換して取り込む（ステップS22）。

【0058】

次いで、Vo1とVo2の比が前式（7）の比、すなわち、「1：2」にマッチするか否かを判定する（ステップS23）。実際にはVo2を2倍した値とVo1の値とを比較して行う。つまり、式「 $Vo1 = 2 \times Vo2$ 」を評価する。評価結果がTrue（真）であればマッチし、False（偽）であればマッチしていない。なお、先にも触れたが、“マッチ”とは厳密な一致を意味しない。素子のバラツキや測定誤差などを考慮した適当なマージン範囲で一致していればよいことを意味する。

【0059】

そして、Vo1とVo2の比が「1：2」にマッチしている場合は、第一の熱感応抵抗素子42と第二の熱感応抵抗素子43が共に正常に動作しているものと判断し、所定の時間、制御信号C32をアクティブにして、前記の図8（b）の回路構成をとり（ステップS24）、その間、制御信号C31とC32を再びアクティブにしてAD変換器52、53を動作させ、Vi1とVi2をデジタル信号Vo1、Vo2に変換して取り込む（ステップS25）。次いで、それらのVo1、Vo2を前式（7）に当てはめて、グラウンドの電位差を考慮した正しい抵抗値RT1（第一の熱感応抵抗素子42の抵抗値）を求め、この抵抗値RT1を用いて温度換算を行うことにより、パワーユニット40のグラウンド44とコントロールユニット50のグラウンド56の電位不均衡の問題を解消した正しい温度計測を実行する（ステップS26）。

【0060】

一方、Vo1とVo2の比が「1：2」にマッチしていない場合は、第一の熱感応抵抗素子42と第二の熱感応抵抗素子43のどちらか一方又は双方に断線や短絡等の故障が発生しているものと判断し、この場合は、Vo1、Vo2を信頼できないので、たとえば、使用環境の最大温度を発熱体41の熱と“みなし”て採用（ステップS27）すると共に、サーミスタ（第一の熱感応抵抗素子42や

第二の熱感応抵抗素子 43) の故障を示すフラグを立てるなどの所要のフェール処理を実行する (ステップ S28)。

【0061】

このように、本実施の形態においては、制御信号 C33 をインアクティブにしてそのときに取り込んだ V_{o1} と V_{o2} の比が所定の比率 (1:2) にマッチするか否かを判定することにより、第一の熱感応抵抗素子 42 と第二の熱感応抵抗素子 43 の動作良否を正確に判断することができる。したがって、第一の熱感応抵抗素子 42 と第二の熱感応抵抗素子 43 の断線故障はもちろんのこと、徐々にその症状が進行する短絡故障も速やかに察知して、所要のフェール対策を講じることができ、たとえば、車両の電動パワーステアリングシステムに適用した場合に、当該システムの信頼性向上に寄与することができる。しかも、グラウンド電位の不均衡問題も、前式 (7) によって解消することができ、信頼性のある温度測定を行うことができる。

【0062】

図 11 は、本実施の形態における温度測定の一例を示すタイムチャートである。制御信号 C33 は所定の時間周期でインアクティブとアクティブを繰り返しており、コントロールユニット 50 のスイッチ要素 54 はそのインアクティブ期間において接点 54c を開き、そのアクティブ期間において接点 54c を閉じる。前記のプログラム (図 10 参照) は、インアクティブ期間において取り込んだ V_{o1} と V_{o2} の比が所定の比率 (1:2) にマッチしていれば第一及び第二の熱感応抵抗素子 42、43 の正常を、マッチしていなければ異常を判定する。図 11 において、インアクティブ期間 (イ) 及び (ハ) で取り込まれた V_{o1} と V_{o2} の比は、所定の比率 (1:2) にマッチしている。したがって、この場合は、それらに続くアクティブ期間 (ロ) 及び (ニ) で再び V_{o1} と V_{o2} を取り込むと共に、それらの V_{o1} 、 V_{o2} を前式 (7) に当てはめて、グラウンドの電位差を考慮した正しい抵抗値 R_{T1} (第一の熱感応抵抗素子 42 の抵抗値) を求め、この抵抗値 R_{T1} を用いて温度換算を行い、パワーユニット 40 のグラウンド 44 とコントロールユニット 50 のグラウンド 56 の電位不均衡の問題を解消した正しい温度計測を実行する。

【 0 0 6 3 】

一方、インアクティブ期間（ホ）で取り込まれた V_{o1} と V_{o2} の比は、たとえば、 V_{o1} が増大側に变化（白抜き矢印ト参照）しているため、所定の比率（1：2）にマッチしていない。したがって、この場合は、第一の熱感応抵抗素子 4 2 と第二の熱感応抵抗素子 4 3 のどちらか一方又は双方に断線や短絡等の故障が発生しているものと判断し、この場合の V_{o1} 、 V_{o2} は信頼できないので、たとえば、使用環境の最大温度を発熱体 4 1 の熱と“みなし”て採用すると共に、サーミスタ（第一の熱感応抵抗素子 4 2 や第二の熱感応抵抗素子 4 3）の故障を示すフラグを立てるなどの所要のフェール処理を実行する。

【 0 0 6 4 】

このように、本実施の形態においては、制御信号 C 3 3 の周期単位で第一の熱感応抵抗素子 4 2 と第二の熱感応抵抗素子 4 3 の異常を判定することができ、ほぼリアルタイムに故障の察知を行うことができる。

【 0 0 6 5 】**< 第二の実施の形態の変形例 >**

第二の実施の形態では、プルアップ方式、つまり、パワーユニット 4 0 とコントロールユニット 5 0 との間に 2 本の配線 6 1、6 2 を付設し、第一及び第二の熱感応抵抗素子 4 2、4 3 を直列に接続すると共に、第一の熱感応抵抗素子 4 2 の一端を、配線 6 1 を介してコントロールユニット 5 0 に引き込み、一方の A D 変換器 5 2 の入力端子に接続すると共に、プルアップ抵抗 5 1 を介して電源 V C C に接続し、また、第一の熱感応抵抗素子 4 2 の他端を、配線 6 2 を介してコントロールユニット 5 0 に引き込み、他方の A D 変換器 5 3 の入力端子に接続すると共に、スイッチ要素 5 4 の上側端子 5 4 a に接続しているが、前記の第一の実施の形態の変形例と同様に、プルダウン方式にすることも考えられる。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 は、第二の実施の形態の変形例を示す図であり、プルダウン方式を採用した例である。この図において、パワーユニット 4 0 とコントロールユニット 5 0 の間には 3 本の配線 6 1～6 3 が付設されている。第一及び第二の熱感応抵抗素子 4 2、4 3 は直列に接続されており、第一の熱感応抵抗素子 4 2 の一端は、

配線 6 1 を介してコントロールユニット 5 0 の電源 V C C に接続されている。また、第一の熱感応抵抗素子 4 2 の他端及び第二の熱感応抵抗素子 4 3 の一端は、配線 6 2 を介してコントロールユニット 5 0 に引き込まれ、一方の A D 変換器 5 2 の入力端子に接続されている。さらに、第二の熱感応抵抗素子 4 3 の他端は、配線 6 3 を介してコントロールユニット 5 0 に引き込まれ、他方の A D 変換器 5 3 の入力端子に接続されていると共に、プルダウン抵抗 5 7 を介してグランド 5 6 に接続されている。プルダウン抵抗 5 7 の両端は、スイッチ要素 5 4 の上側端子 5 4 a と下側端子 5 4 b に接続されている。

【 0 0 6 7 】

A D 変換器 5 2、5 3 の出力端子はマイクロコンピュータ 5 5 の二つの入力ポートに接続されている。一方の A D 変換器 5 2 はマイクロコンピュータ 5 5 から出力される制御信号 C 3 1 がアクティブの期間、入力電圧 V_{i1} をデジタル信号 V_{o1} に変換して出力し、他方の A D 変換器 5 3 はマイクロコンピュータ 5 5 から出力される制御信号 C 3 2 がアクティブの期間、入力電圧 V_{i2} をデジタル信号 V_{o2} に変換して出力する。スイッチ要素 5 4 はマイクロコンピュータ 5 5 から出力される制御信号 C 3 3 がアクティブの期間、その接点 5 4 c を閉じて上側端子 5 4 a と下側端子 5 4 b とを接続する。

【 0 0 6 8 】

このような構成においても、制御信号 C 3 3 をインアクティブにしてそのときに取り込んだ V_{o1} と V_{o2} の比（正しくは「 $VCC - V_{o1}$ 」と「 $VCC - V_{o2}$ 」の比）が所定の比率（1 : 2）にマッチするか否かを判定することにより、第一の熱感応抵抗素子 4 2 と第二の熱感応抵抗素子 4 3 の動作良否を正確に判断することができる。したがって、第一の熱感応抵抗素子 4 2 と第二の熱感応抵抗素子 4 3 の断線故障はもちろんのこと、徐々にその症状が進行する短絡故障も速やかに察知して、所要のフェール対策を講じることができ、たとえば、車両の電動パワーステアリングシステムに適用した場合に、当該システムの信頼性向上に寄与することができる。しかも、グランド電位の不均衡問題も、前式（7）によって解消することができ、信頼性のある温度測定を行うことができる。

【 0 0 6 9 】

＜その他の変形＞

以上の各実施の形態又はそれらの変形例においては、スイッチ要素 23、54 を必須の構成の一つとしているが、これは発明の本質を理解するための一態様に過ぎない。もちろん、リレーやトランジスタなどのスイッチング素子を使用しても構わないが、要は、スイッチ要素 23、54 と同じ機能を実現できるものであればよく、たとえば、マイクロコンピュータ 24、55 の任意のポート又は入出力端子（ただし、ハイインピーダンス状態と L レベル状態を択一的に取り得るもの）を利用してもよい。ハイインピーダンス状態のポート又は入出力端子はスイッチ要素 23、54 の接点 23c、54c を開いているときに対応し、また、L レベル状態のポート又は入出力端子はスイッチ要素 23、54 の接点 23c、54c を閉じているときに対応するからである。いずれを採用するかは、単なる設計的事項に過ぎない。

【0070】

【発明の効果】

この発明によれば、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p 、熱感応抵抗素子の抵抗値を R_T とすると、第一の電圧取り出しモードの場合、熱感応抵抗素子の電圧 (V_1) は「 $V_{CC} \times R_T / (R_p + R_T)$ 」で与えられ、第二の電圧取り出しモードの場合、熱感応抵抗素子の電圧 (V_2) は「 $V_{CC} \times R_T / (2R_p + R_T)$ 」で与えられる。

したがって、二つの熱感応抵抗素子が正常に動作している（断線や短絡故障が生じていない）とき、第一及び第二の取り出しモードにおいて各々取り出された電圧の比率は、前記の二つの式の比率 ($V_1 : V_2$)、つまり、「 $1 / (R_p + R_T) : 1 / (2R_p + R_T)$ 」にマッチするから、二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を確実に判断することができる。

また、発熱体と二つの熱感応抵抗素子を納めたユニットと、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗、取り出しモード実行手段及び判定手段を納めたユニットとを別々にして、それらの間を配線で接続する場合、少なくとも、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗と二つの熱感応抵抗素子との間を接続する第一の配線と、一方の熱感応抵抗素子と取り出しモード実行手段との間を接続する第二の配線と、他

方の熱感応抵抗素子とグランド又は電源との間を接続する第三の配線とを付設するだけでよく、従来例（図 1 4 参照）と比べて配線数を削減できる。また、第一及び第二の取り出しモードを選択的に実行するため、1 個の A D 変換器を各モードで共有でき、A D 変換器の数も削減できるし、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の数も削減できる。

【0 0 7 1】

この発明によれば、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の抵抗値を R_p 、熱感応抵抗素子の抵抗値を R_T とすると、第一の電圧取り出しモードの場合、一方の熱感応抵抗素子の電圧 (V_{o1}) は「 $V_{CC} \times 2 R_T / (R_p + 2 R_T)$ 」で与えられ、他方の熱感応抵抗素子の電圧 (V_{o2}) は「 $V_{CC} \times R_T / (R_p + 2 R_T)$ 」で与えられる。

したがって、二つの熱感応抵抗素子が正常に動作している（断線や短絡故障が生じていない）とき、第一の取り出しモードにおいて取り出された電圧の比率は、前記の二つの式の比率 ($V_{o1} : V_{o2}$)、つまり、「1 : 2」にマッチするから、二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を確実に判断することができる。

また、発熱体と二つの熱感応抵抗素子を納めたユニットと、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗、取り出しモード実行手段及び判定手段を納めたユニットとを別々にして、それらの間を配線で接続する場合、少なくとも、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗と一方の熱感応抵抗素子との間を接続する第一の配線、一方の熱感応抵抗素子の他端と取り出しモード実行手段との間を接続する第二の配線とを付設するだけでよく、従来例（図 1 4 参照）と比べて配線数を削減できる。また、第一及び第二の取り出しモードを選択的に実行するため、プルアップ抵抗又はプルダウン抵抗の数も削減できる。

また、この発明の好ましい態様によれば、式「 $R_p \times (V_{o1} - V_{o2}) / (V_{CC} - V_{o1})$ 」により、グランドの電位差を考慮した正しい熱感応抵抗素子の抵抗値を求めることができ、二つのユニット間にグランド用の配線を付設する必要がなく、したがって、配線数をさらに削減できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第一の実施の形態における構成図である。

【図 2】

非線形出力素子の温度特性図である。

【図 3】

制御信号 C 1 2 がインアクティブになっているときとアクティブになっているときの模式図である。

【図 4】

マイクロコンピュータ 2 4 の内部において所定の周期で繰り返し実行されるプログラムの要部フローチャートである。

【図 5】

制御信号 C 1 2 のインアクティブ／アクティブのタイミングと V i の取り込みタイミングの対応図である。

【図 6】

第一の実施の形態の変形例を示す図である。

【図 7】

第二の実施の形態における構成図である。

【図 8】

制御信号 C 3 3 がインアクティブになっているときとアクティブになっているときの模式図である。

【図 9】

スイッチ要素 5 4 の動作説明図である。

【図 1 0】

マイクロコンピュータ 5 5 の内部において所定の周期で繰り返し実行されるプログラムの要部フローチャートである。

【図 1 1】

第二の実施の形態における温度測定の一例を示すタイムチャートである。

【図 1 2】

第二の実施の形態の変形例を示す図である。

【図 1 3】

電動式補助操舵システムの要部機器構成図である。

【図 1 4】

コントロールユニット 1 とパワーユニット 2 の要部結線図である。

【符号の説明】

V C C 電源

1 1 発熱体

1 2 熱感応抵抗素子

1 3 熱感応抵抗素子

2 1 プルアップ抵抗

2 2 A D 変換器（取り出しモード実行手段）

2 3 スイッチ要素（取り出しモード実行手段）

2 4 マイクロコンピュータ（取り出しモード実行手段、判定手段）

2 5 グランド

2 6 プルダウン抵抗

4 1 発熱体

4 2 熱感応抵抗素子

4 3 熱感応抵抗素子

5 1 プルアップ抵抗

5 2 A D 変換器（取り出しモード実行手段）

5 3 A D 変換器（取り出しモード実行手段）

5 4 スイッチ要素（取り出しモード実行手段）

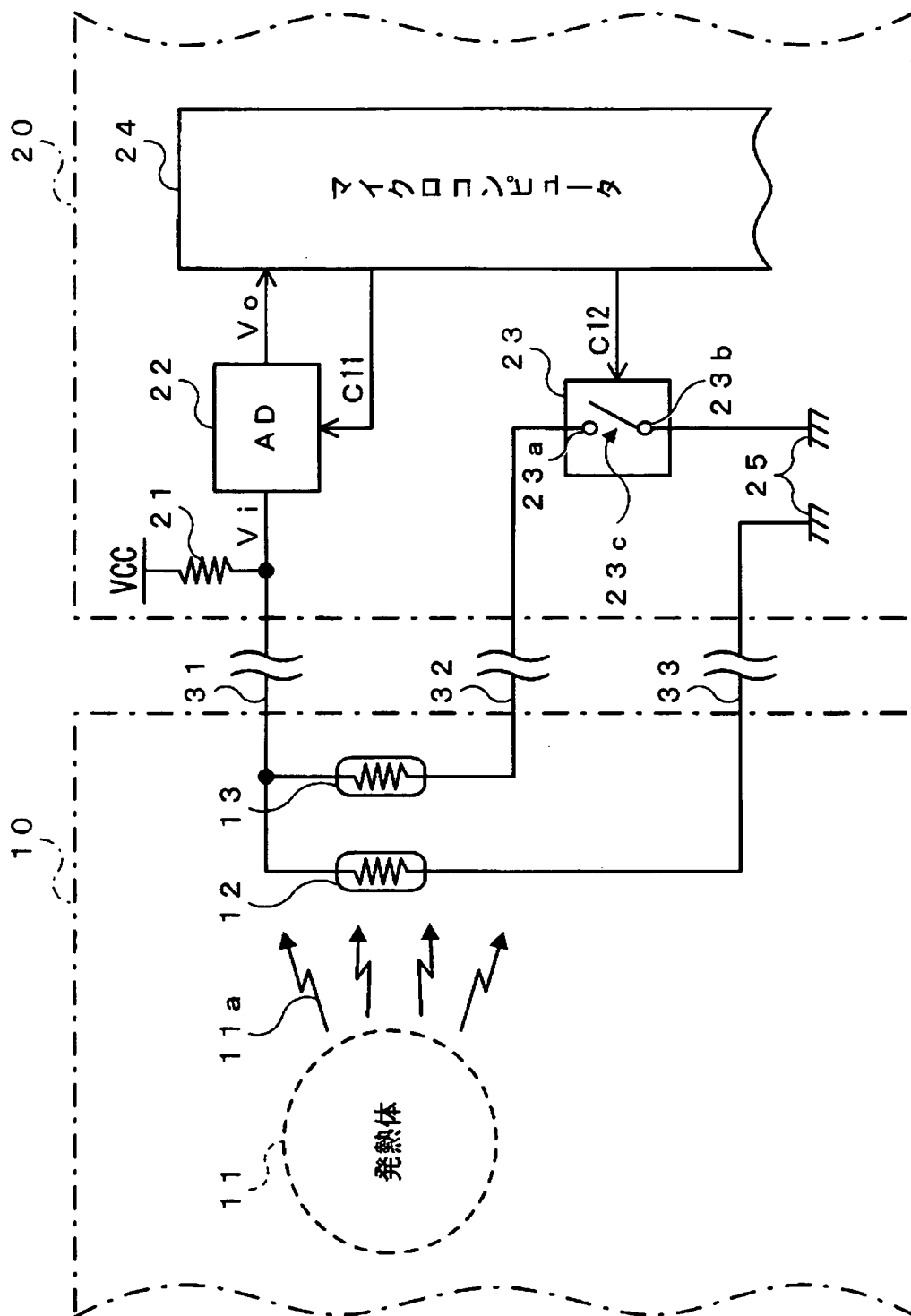
5 5 マイクロコンピュータ（取り出しモード実行手段、判定手段）

5 6 グランド

5 7 プルダウン抵抗

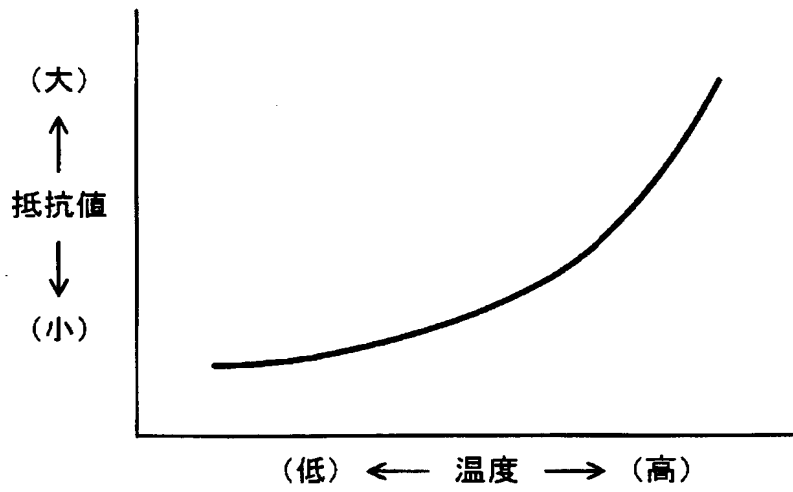
【書類名】 図面

【図 1】

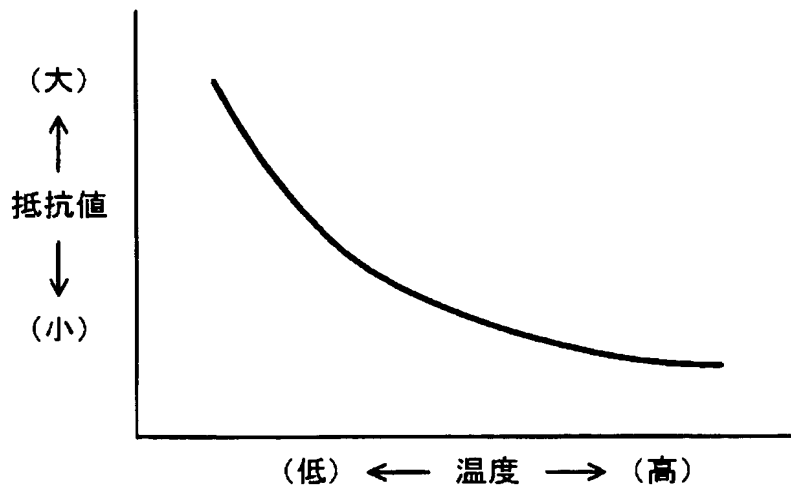


【図 2】

(a)

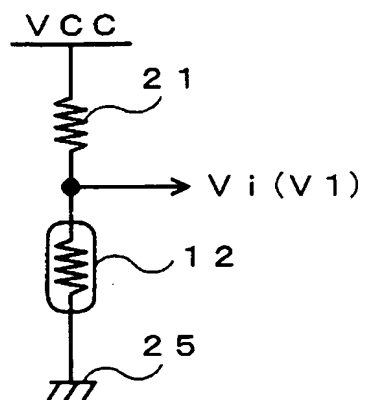


(b)

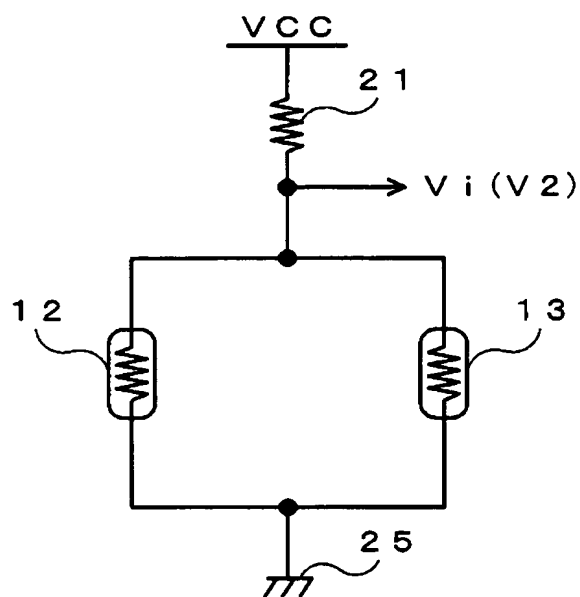


【図 3】

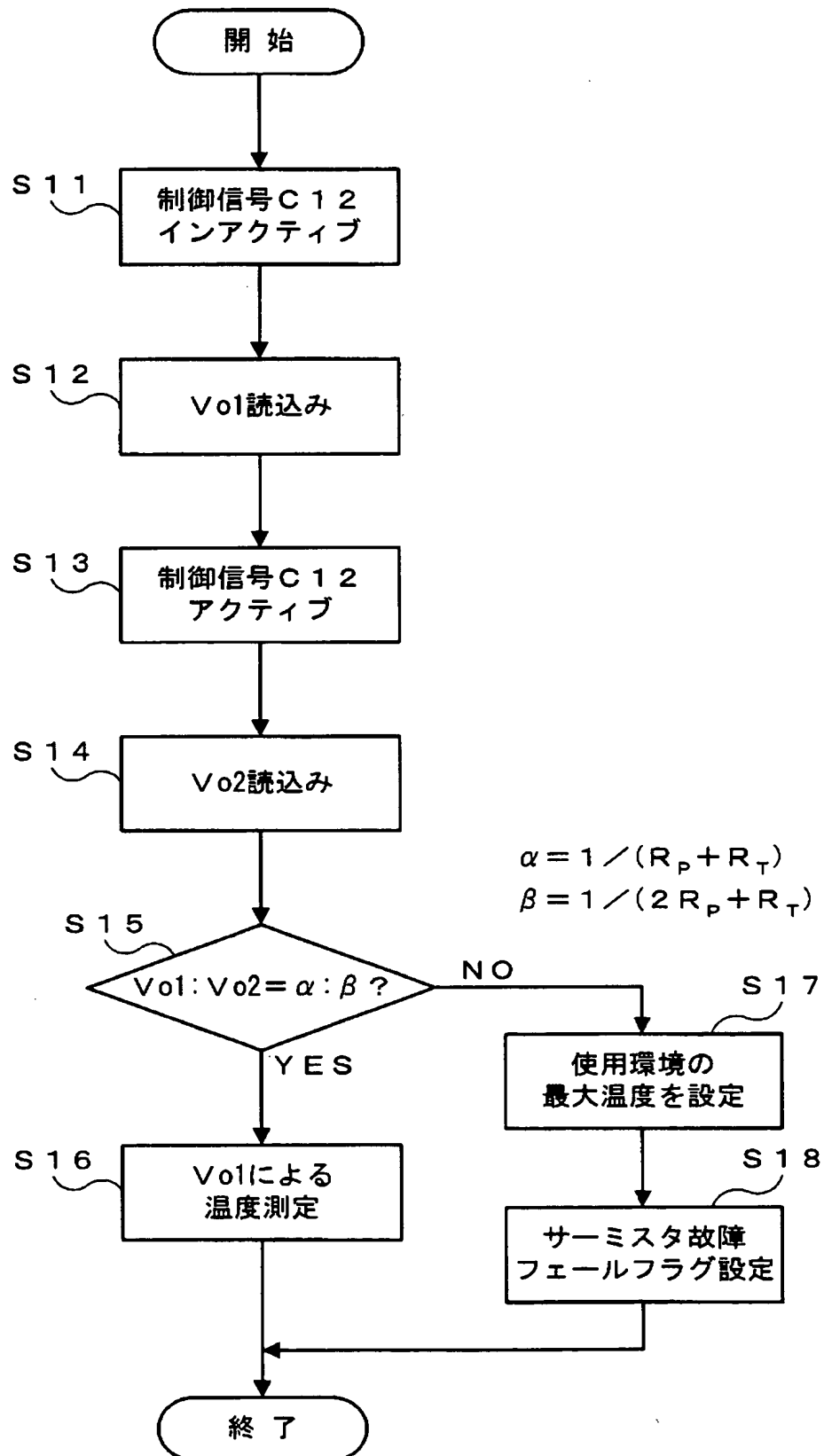
(a)



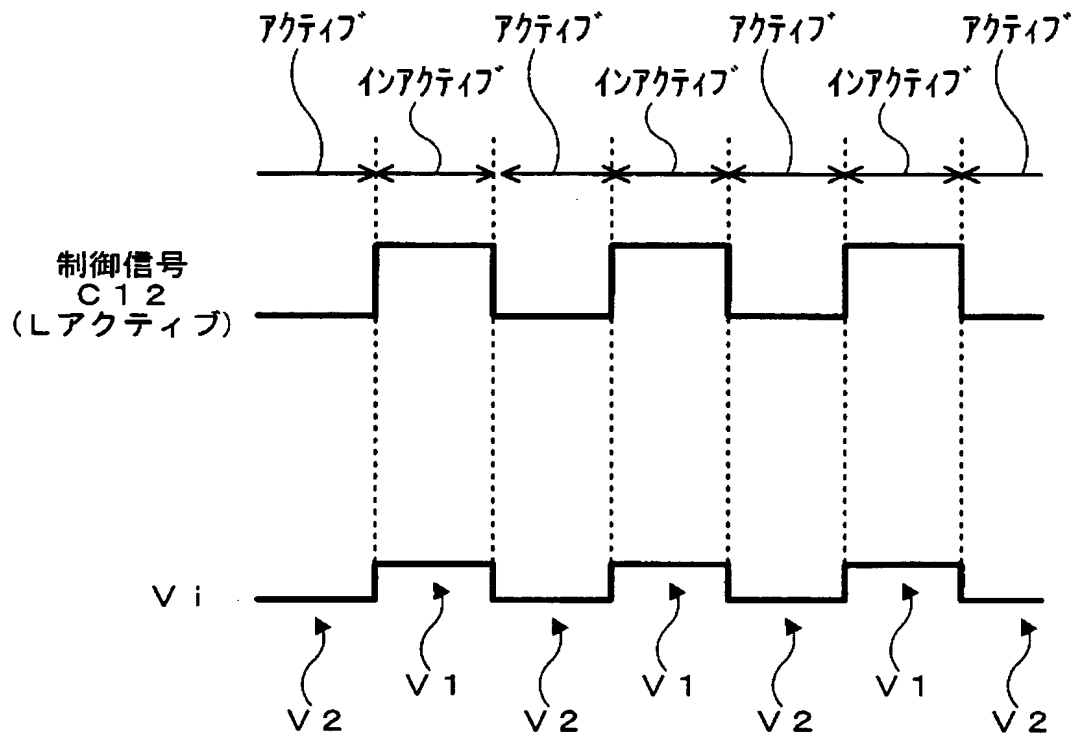
(b)



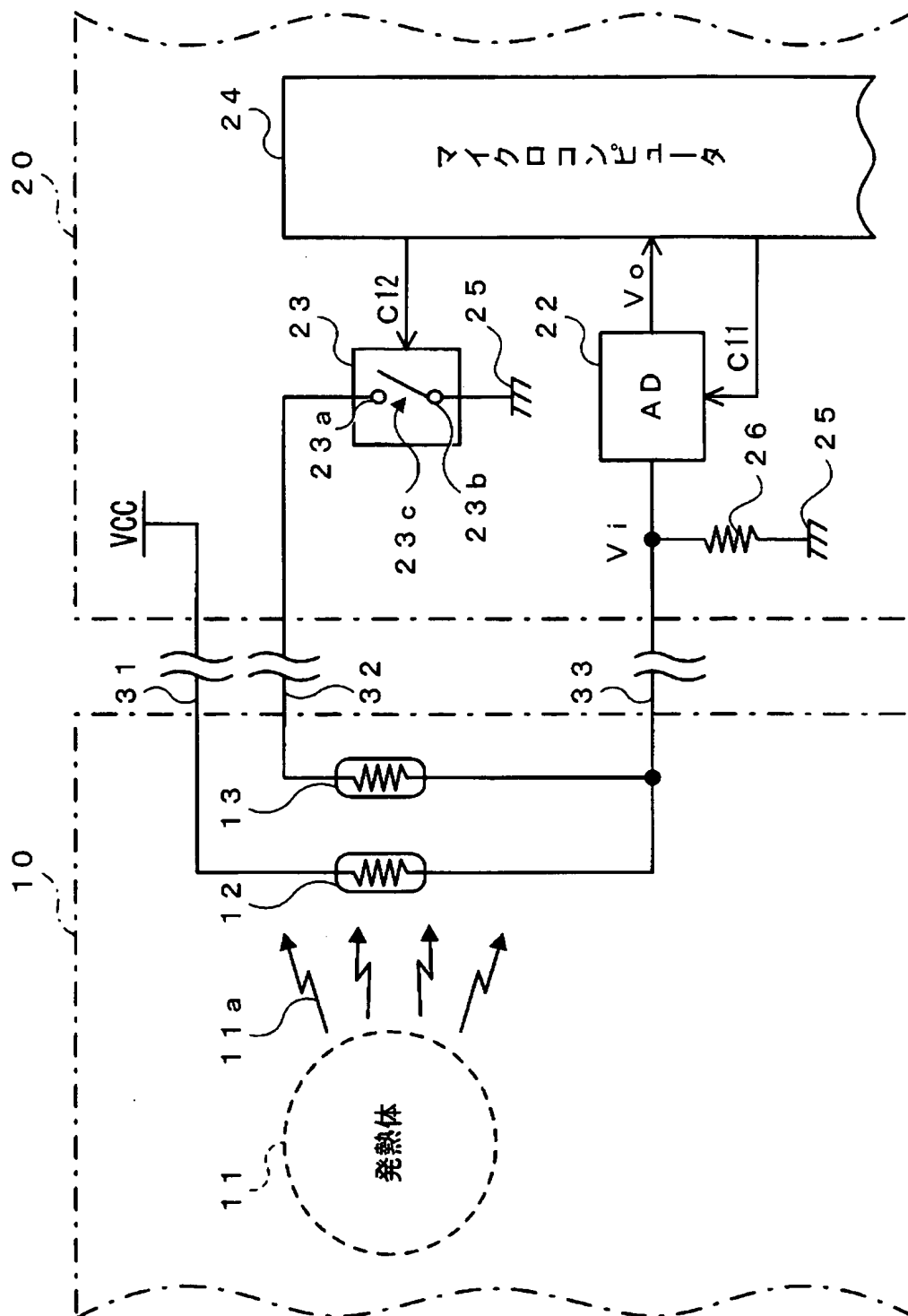
【図 4】



【図 5】

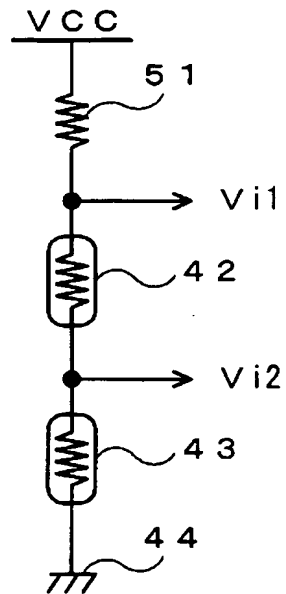


【図 6】

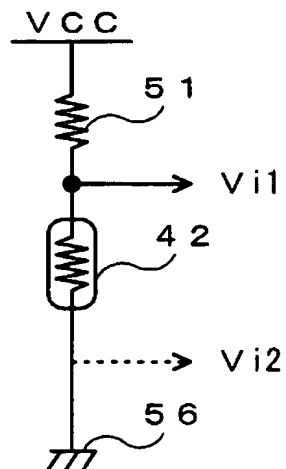


【図 8】

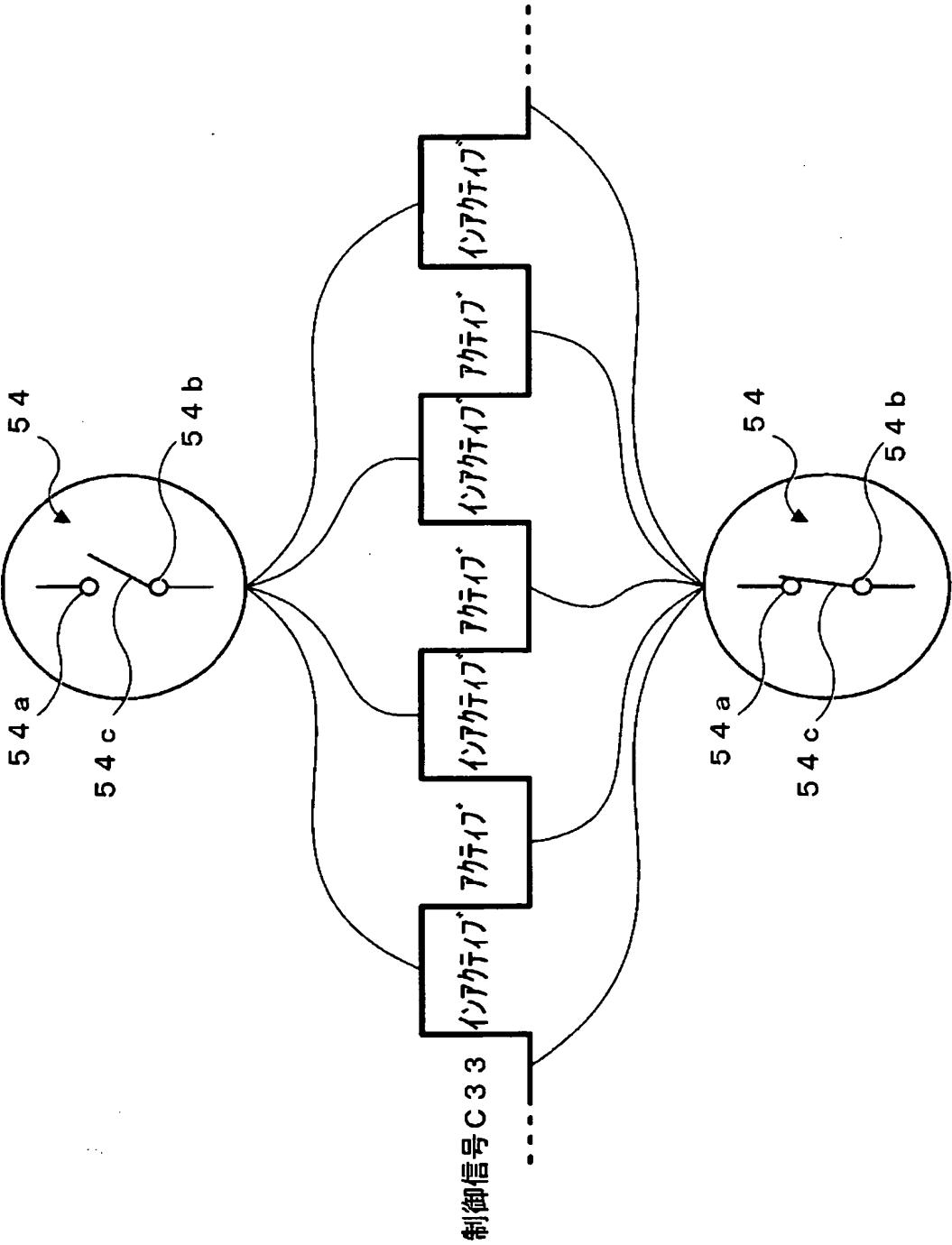
(a)



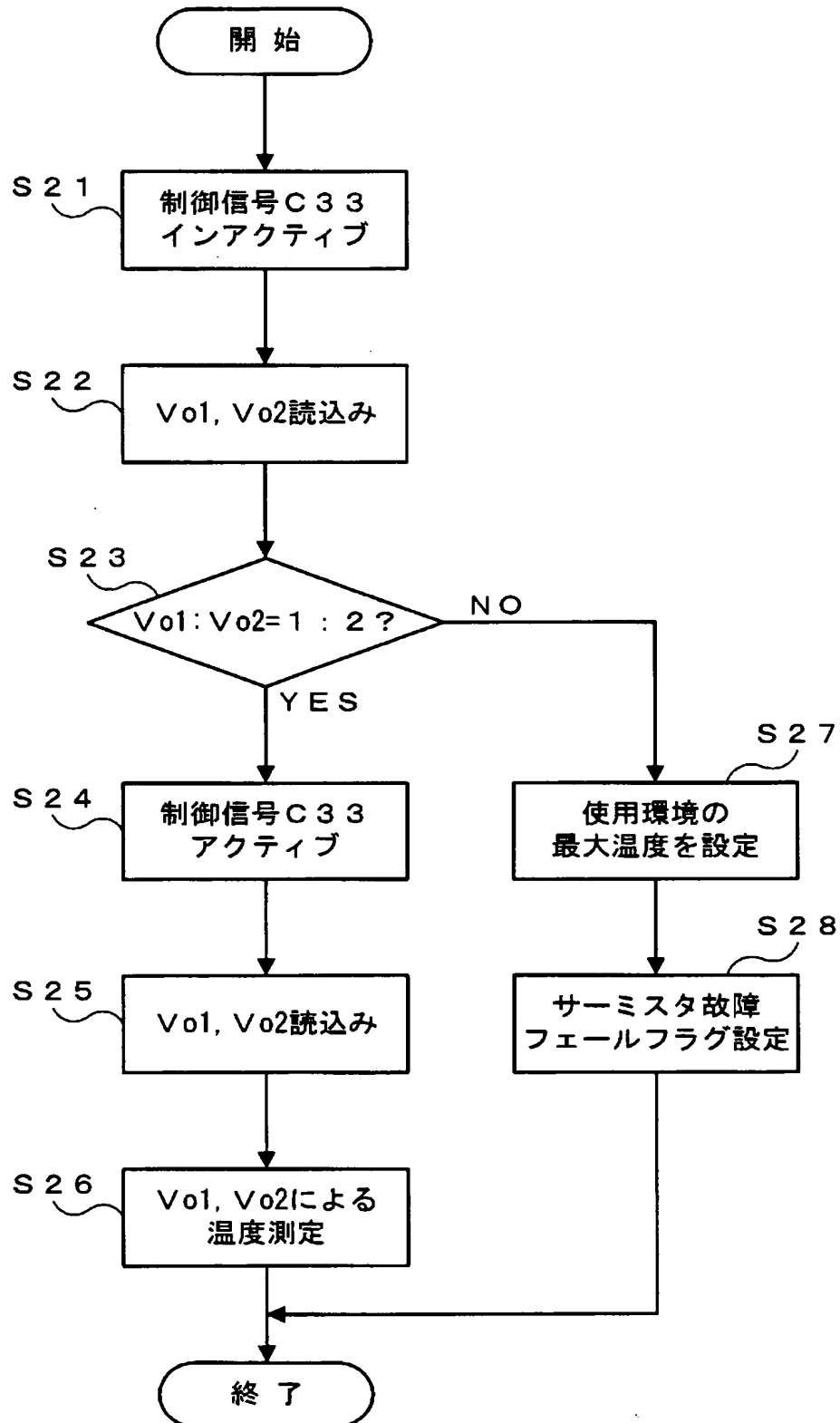
(b)



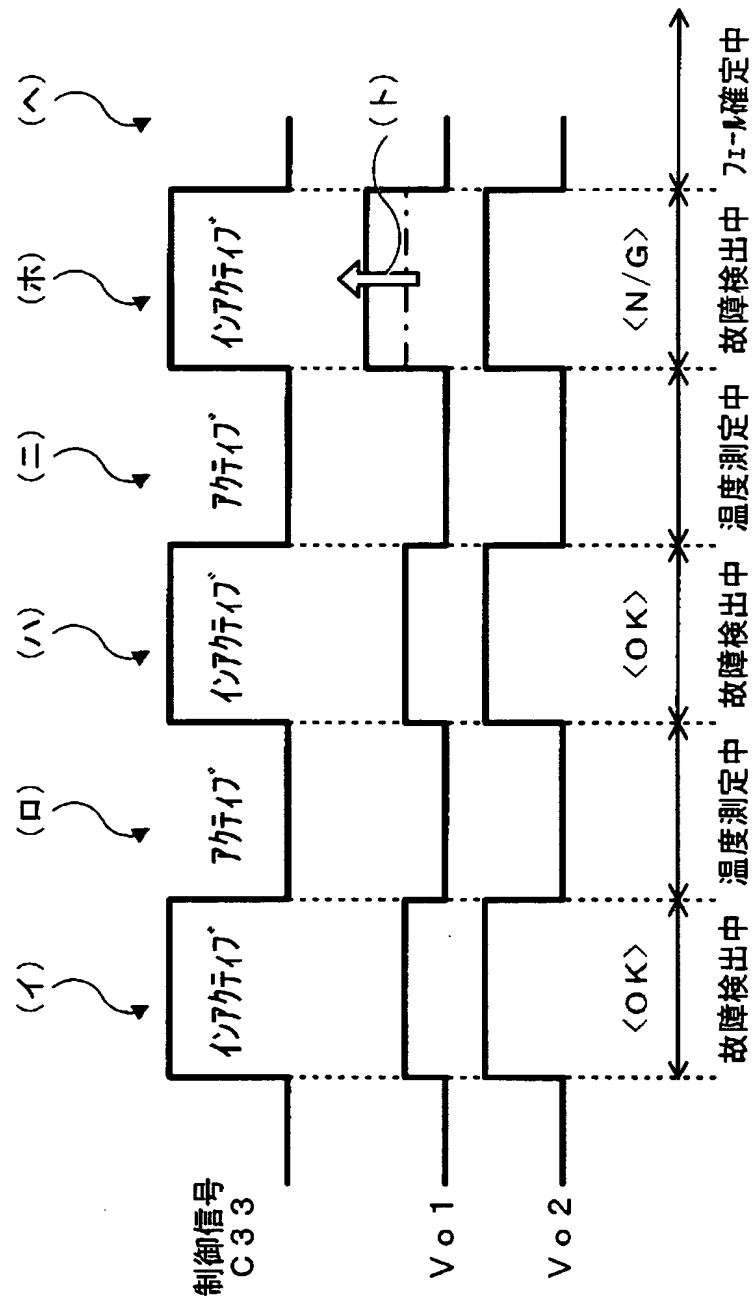
【図 9】



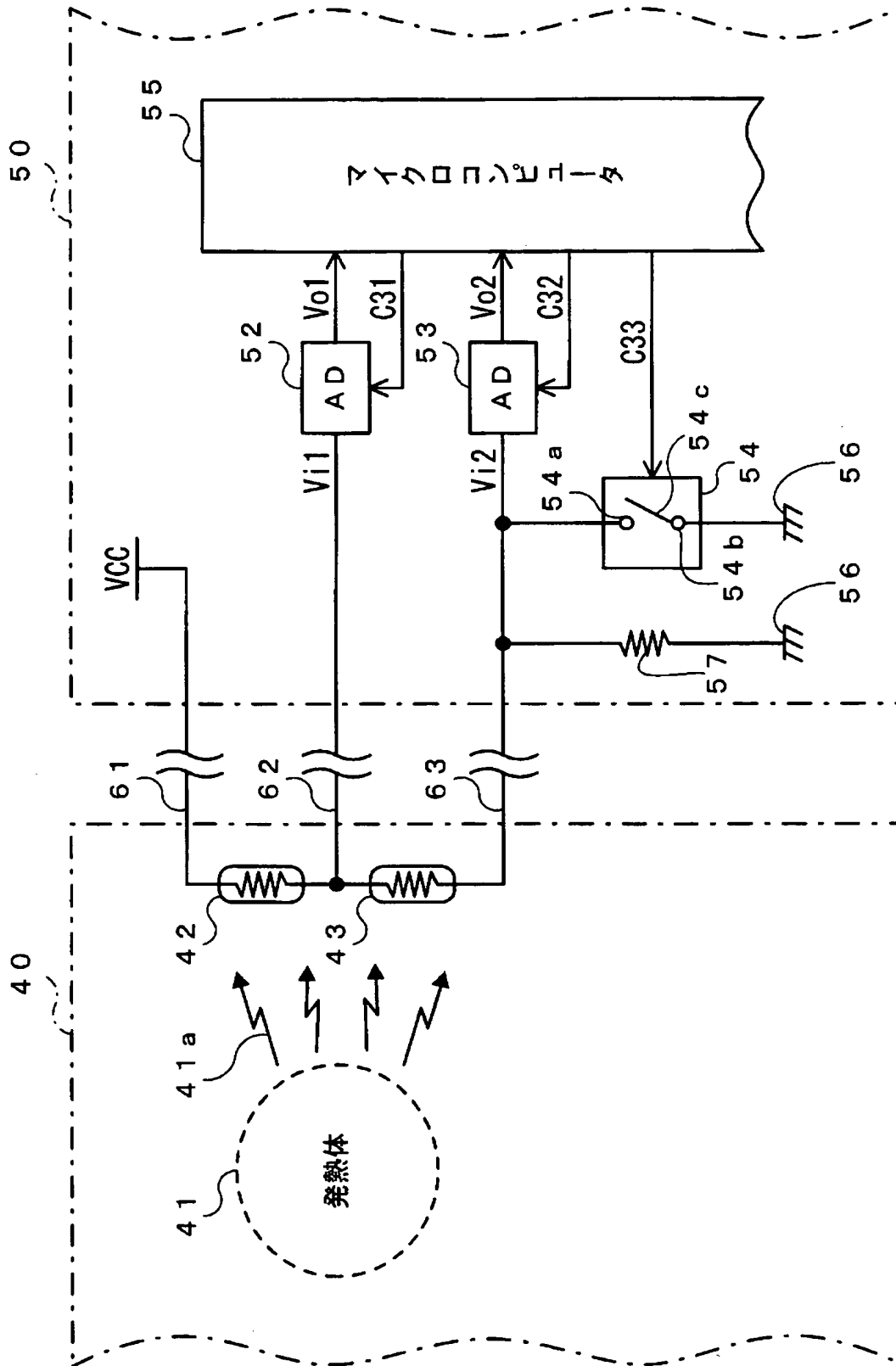
【図 10】



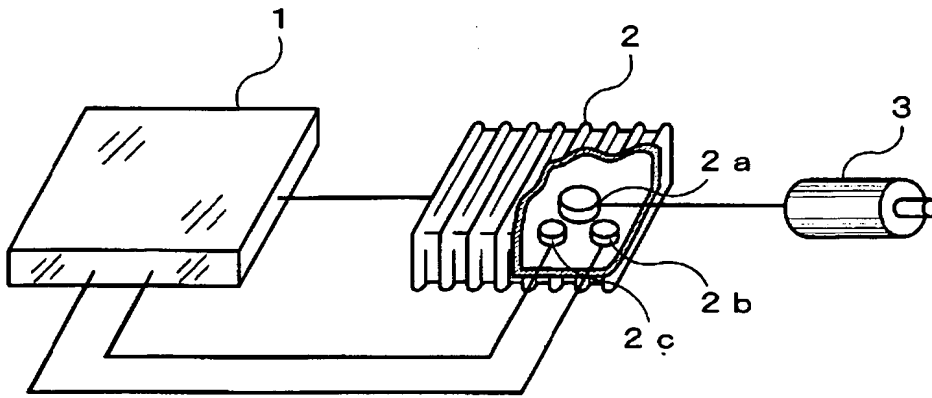
【図 11】



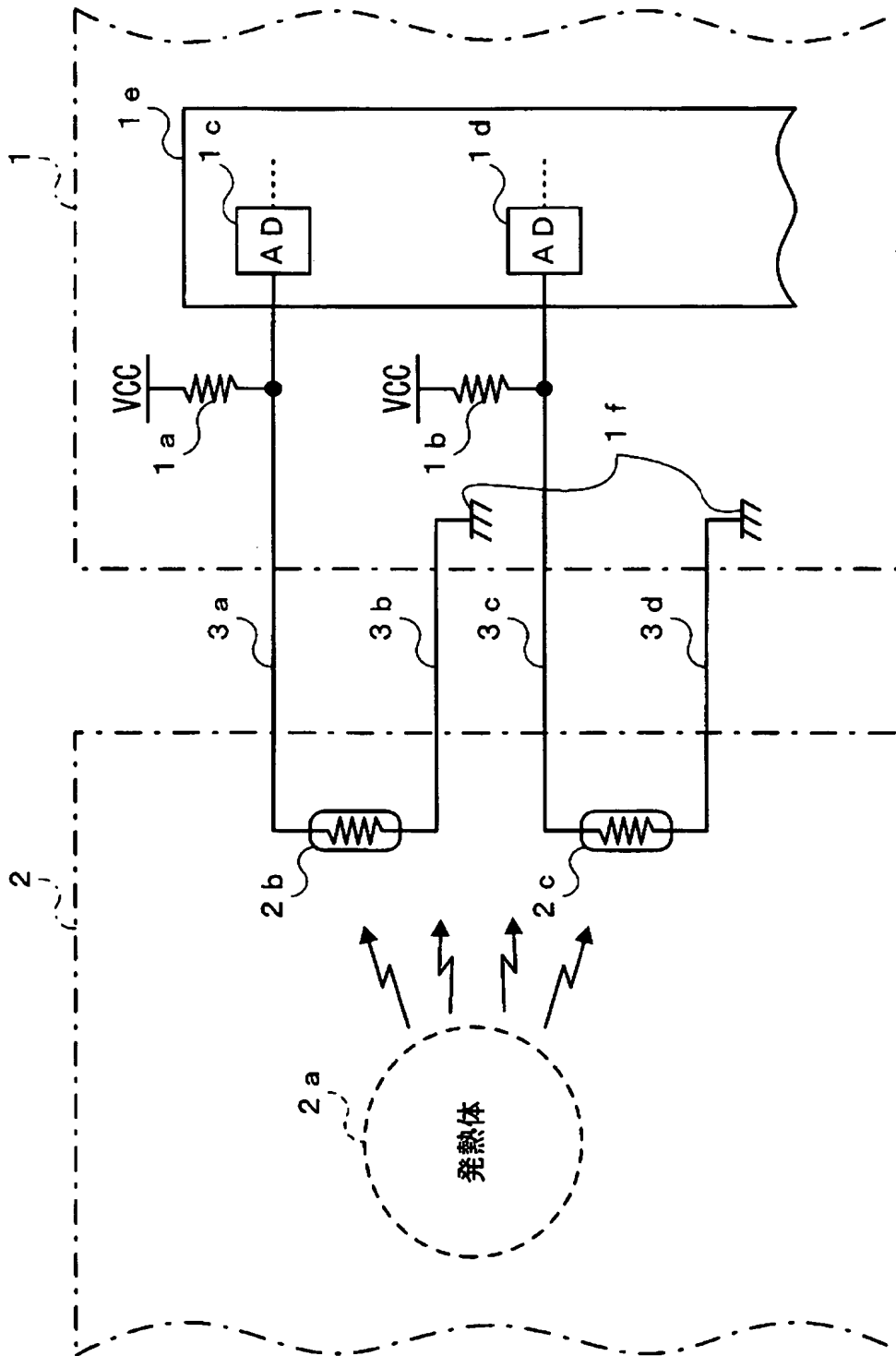
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造コストを低減できる温度検出装置を提供する。

【解決手段】 プルアップ抵抗の抵抗値を R_P 、熱感応抵抗素子の抵抗値を R_T とすると、第一の電圧取り出しモードの場合、熱感応抵抗素子の電圧 (V_1) は「 $V_{CC} \times R_T / (R_P + R_T)$ 」で与えられ、第二の電圧取り出しモードの場合、熱感応抵抗素子の電圧 (V_2) は「 $V_{CC} \times R_T / (2 R_P + R_T)$ 」で与えられる。二つの熱感応抵抗素子が正常に動作している（断線や短絡故障が生じていない）とき、第一及び第二の取り出しモードにおいて各々取り出された電圧の比率は、前記の二つの式の比率 ($V_1 : V_2$) にマッチするから、二つの熱感応抵抗素子の故障の有無を確実に判断することができる。

【選択図】 図 1

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 J2914
【提出日】 平成15年 1月 8日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2002-323361
【補正をする者】
 【識別番号】 000002945
 【氏名又は名称】 オムロン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100096699
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鹿嶋 英實

【手続補正 1】**【補正対象書類名】** 特許願**【補正対象項目名】** 発明者**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【発明者】****【住所又は居所】** 愛知県岡崎市藤川荒古 2 - 2 - 1 2**【氏名】** 田村 知久

【その他】 本件の特許願は平成 1 4 年 1 1 年 7 日に行ったものではありますが、当日は事務手続が多忙を極めていたため、このとき複数の発明者の氏名を「田村 知久」とすべきところ、「田村 和久」と記載し、「知」を「和」と誤記致しました。 したがって、手続補正書により、特許願の発明者の氏名を正確なものに訂正いたします。よろしくお取り計らいの程、お願い申し上げます。

以上

【プルーフの要否】 要

【書類名】 手続補正書

【整理番号】 J2914

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-323361

【補正をする者】

【識別番号】 000002945

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096699

【弁理士】

【氏名又は名称】 鹿嶋 英實

【手続補正 1】**【補正対象書類名】** 手続補正書**【補正対象書類提出日】** 平成15年 1月 8日**【補正対象項目名】** 手続補正 1**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【手続補正 1】****【補正対象書類名】** 特許願**【補正対象項目名】** 発明者**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【発明者】****【住所又は居所】** 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地オムロン株式会社内**【氏名】** 住本 義行**【発明者】****【住所又は居所】** 愛知県岡崎市藤川荒古 2 - 2 - 1 2**【氏名】** 田村 知久**【その他】** 本件の特許願は平成 1 4 年 1 1 年 7 日に行ったものですが、当日は事務手続が多忙を極めていたため、このとき複数の発明者の氏名を「田村 知久」とすべきところ、「田村 和久」と記載し、「知」を「和」と誤記致しました。 したがって、手続補正書により、特許願の発明者の氏名を正確なものに訂正いたします。よろしくお取り計らいの程、お願い申し上げます。

以上

【プルーフの要否】 要

特願 2 0 0 2 - 3 2 3 3 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 9 4 5]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 8 月 1 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地

氏 名

オムロン株式会社